

# Оптимизация конструкции поперечной балки пола фюзеляжа самолета

Руководитель: ст. преподаватель

Сабанеев Н.А.

Выполнил: студент гр. 4-33

Шильцев Е.С.

# Цели работы

- Анализ методов оптимизации, представленных в программном пакете ANSYS Workbench
- Оптимизация конструкции балки с целью снижения ее массы

# Задачи

- Изучение методов оптимизации
- Создание трехмерной параметрической модели конструкции
- Прочностной расчет конструкции
- Построение поверхностей отклика
- Оптимизация конструкции
- Прочностной расчет оптимизированной конструкции

# Методы оптимизации

- Full 2nd-Order Polynomial
- Kriging
- Non-Parametric Regression
- Neural Network
- Sparse Grid

# Построение исходной модели

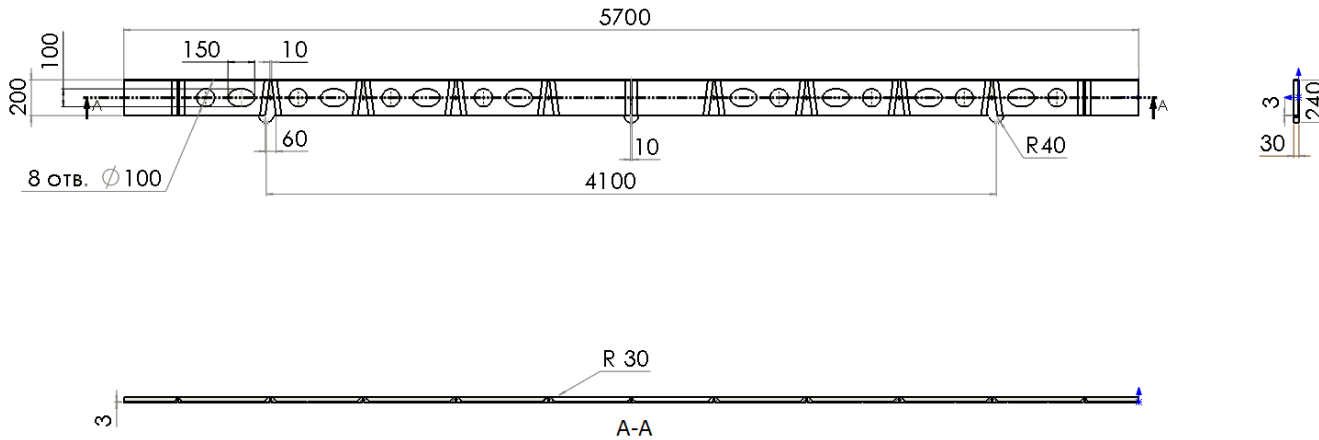
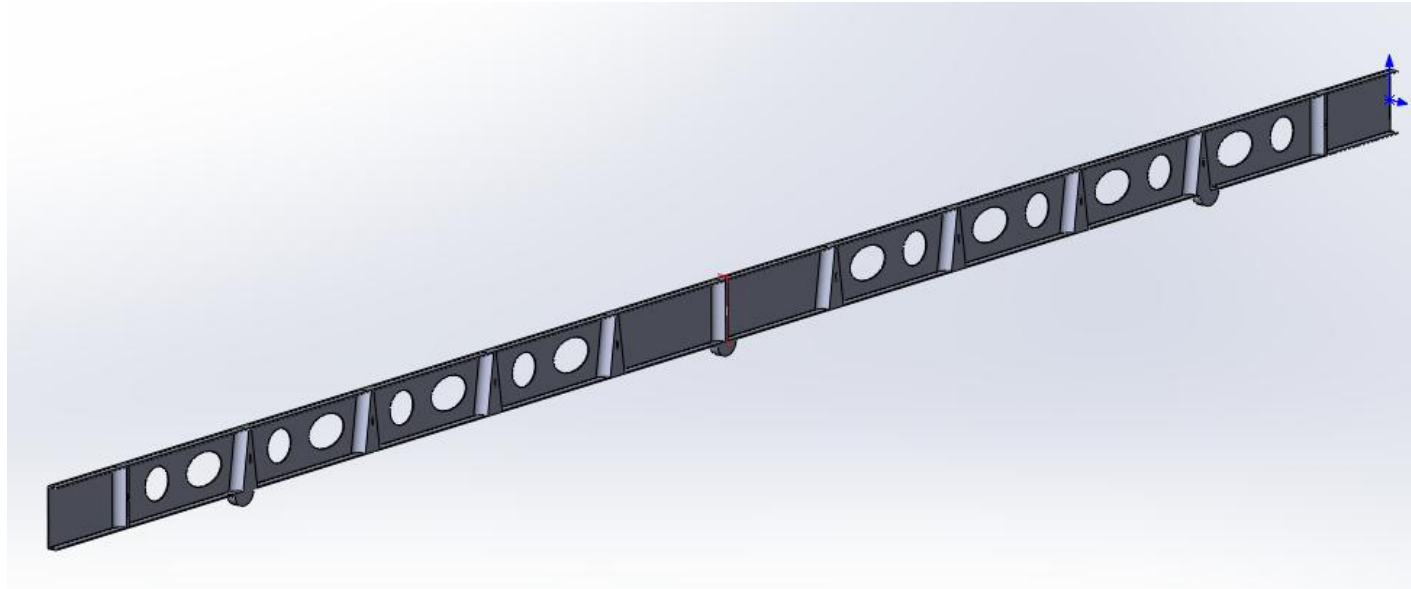


Рис.1. исходные размеры модели

Рис.2. Трёхмерная модель конструкции



# Задание параметров модели

- Н – высота сечения, мм
- В – ширина сечения, мм
- d – диаметр круглого отверстия, мм
- D1 – малый диаметр эллипсовидного отверстия, мм
- D2 – большой диаметр эллипсовидного отверстия, мм
- S – ширина ребра жесткости

Уравнения, глобальные переменные и размеры

Отфильтровать все поля

Имя	Значение / Уравнение	Равняется	Заметки
Глобальные переменные			
"DS_H"	= 100	100	
"DS_B"	= 30	30	
"DS_d"	= 100	100	
"DS_D1"	= 100	100	
"DS_D2"	= 150	150	
"DS_s"	= 30	30	
Добавить глобальную переменную			
Элементы			
Добавить погашение элемента			
Уравнения			
"D3@Sketch1"	= "DS_H"	100мм	
"D1@Sketch1"	= "DS_B"	30мм	
"D3@Sketch7"	= "DS_D2"	150мм	
"D2@Sketch7"	= "DS_D1"	100мм	
"D1@Sketch7"	= "DS_d"	100мм	
"D3@Sketch5"	= "DS_s"	30мм	
Добавить уравнение			

Перестраивать автоматически  
 Связь с внешним файлом

Угловые единицы:

Автоматический порядок решения

OK  
Отмена  
Импорт...  
Экспорт...  
Справка

Рис.3. Исходные значения параметров(мм).

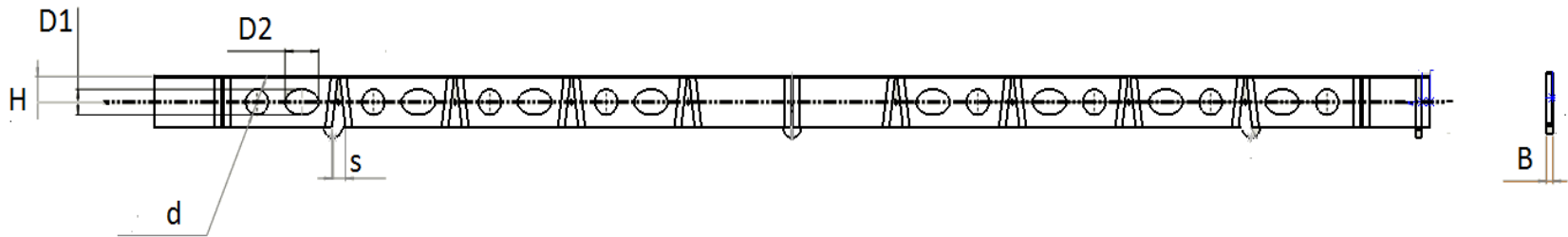


Рис.4. Параметры модели.

# Прочностной расчет конструкции

Свойства используемого материала:

- Плотность  $\rho = 2770 \text{ кг/м}^3$ ;
- Модуль Юнга  $E = 0.71 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ ;
- Коэффициент Пуассона  $\nu = 0.33$ ;
- Предел текучести  $\sigma_T = 280 \text{ Мпа}$ ;
- Коэффициент упрочнения  $K = 500 \text{ МПа}$ ;

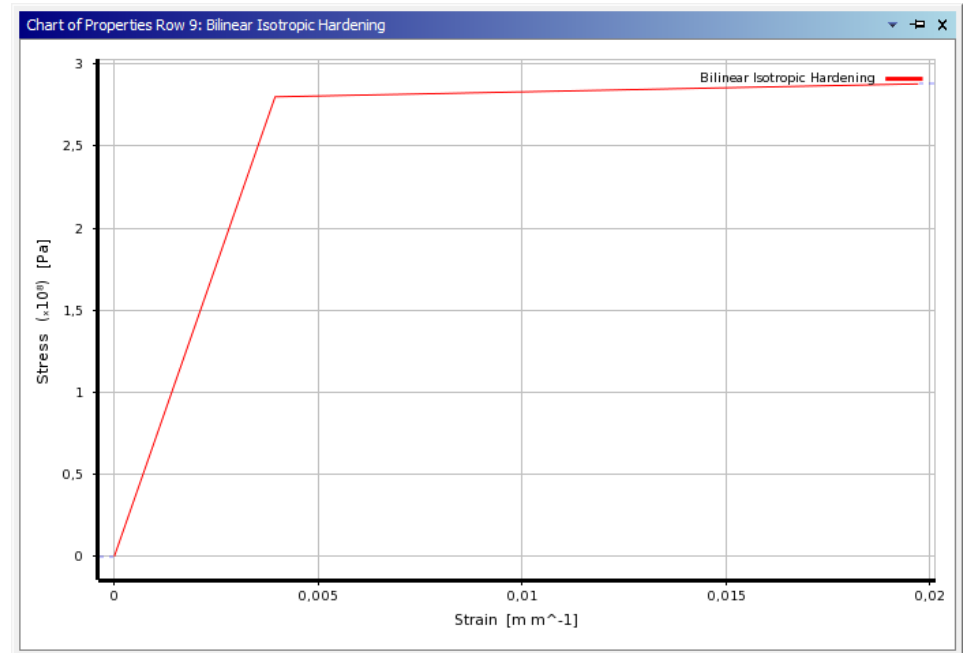


Рис.5. Расчетная модель материала.

# Создание конечно-элементной сетки

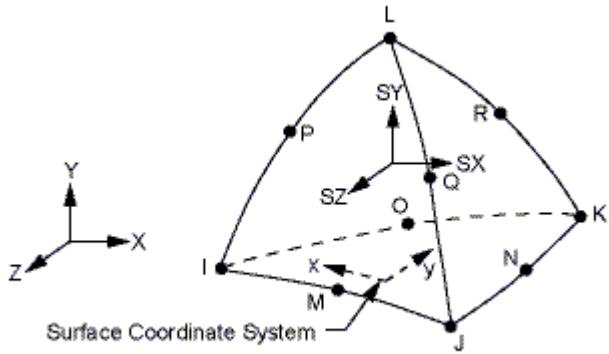
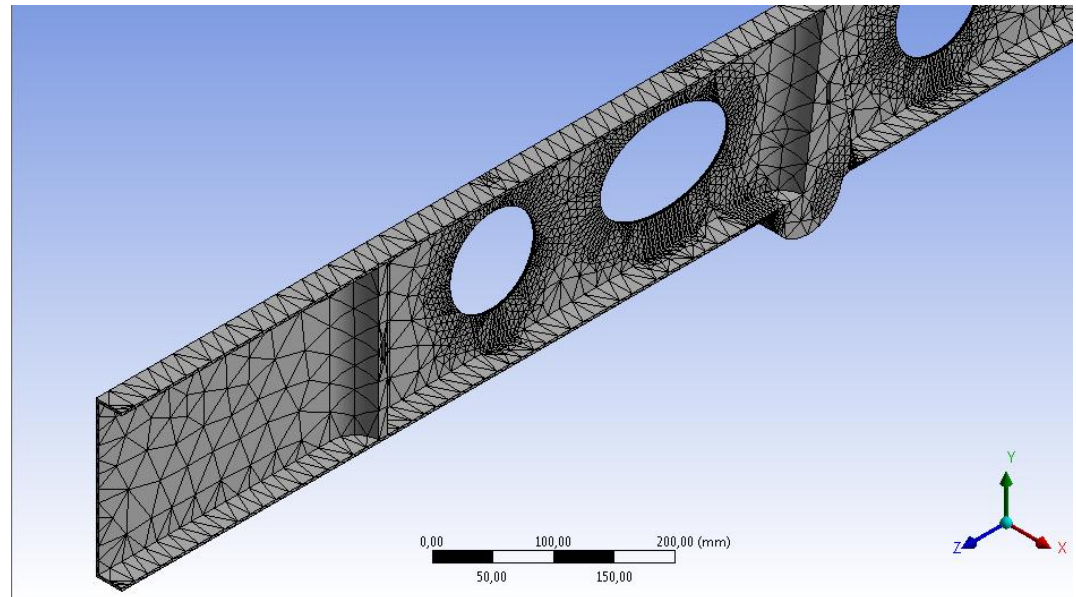


Рис.6. Тип конечных элементов.

Рис.7. Конечно – элементная сетка.





# Прочностной расчет конструкции

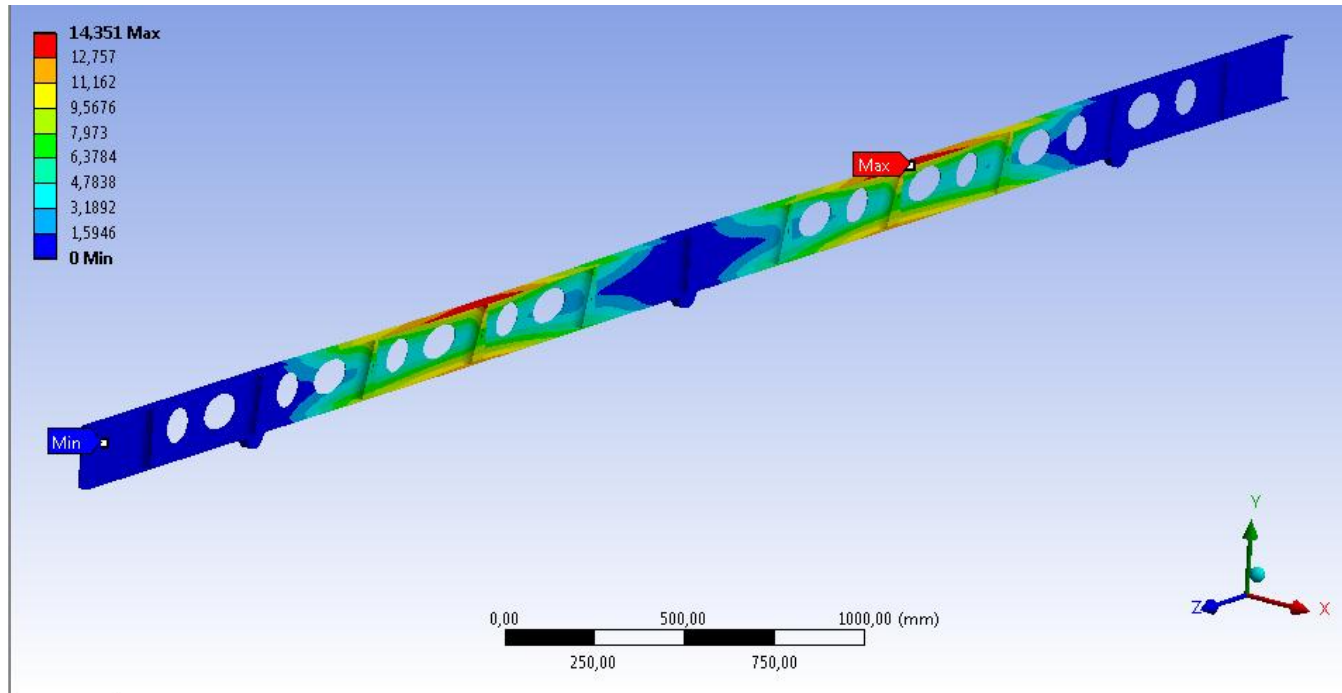


Рис.8. Деформации исходной модели(мм).

# Прочностной расчет конструкции

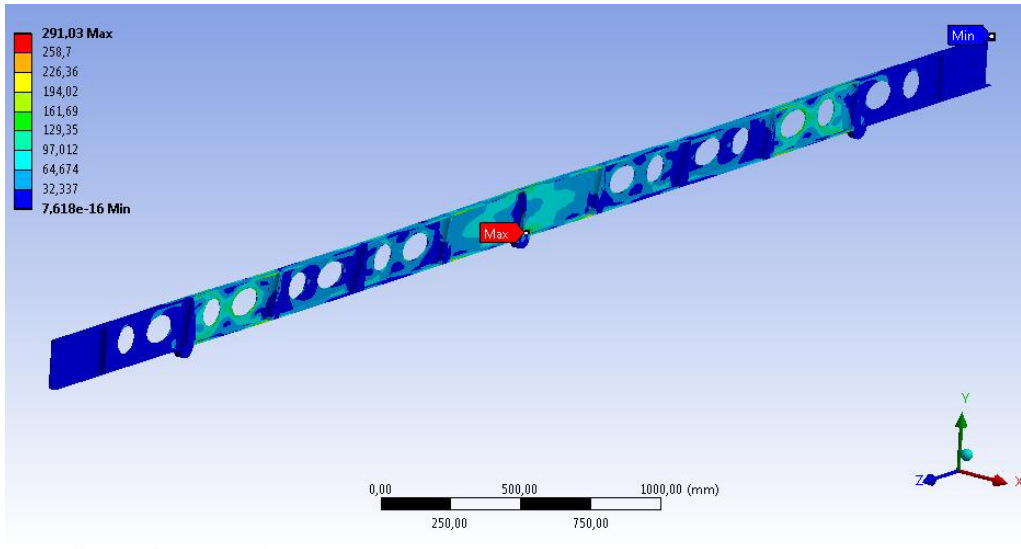
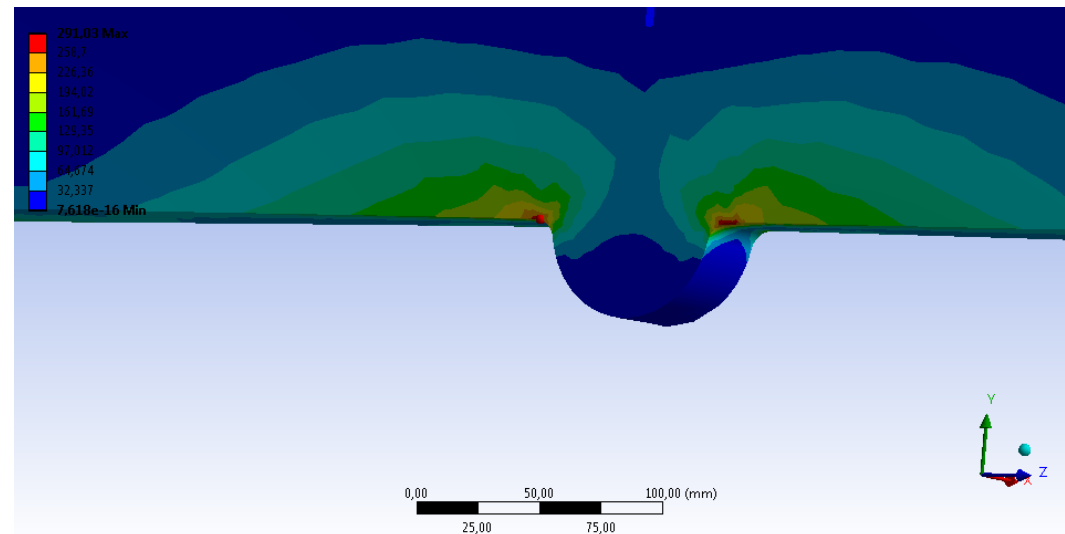


Рис.9. Распределение напряжений в исходной модели(МПа).

Рис.10. Концентратор напряжений(МПа).



# Построение поверхности отклика

- Планирование эксперимента

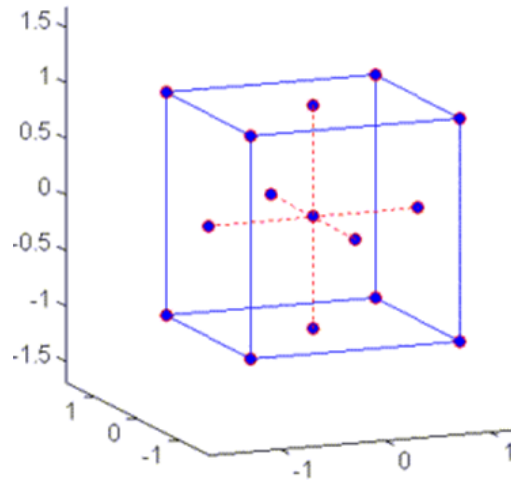


Рис.11. План Face-centered CCD

# Поверхности отклика

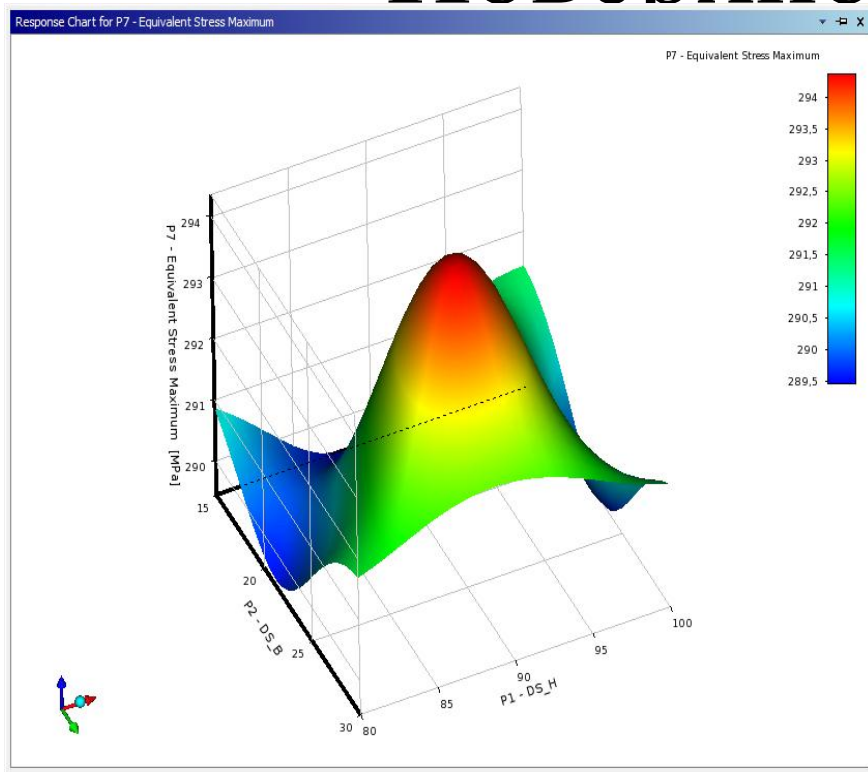
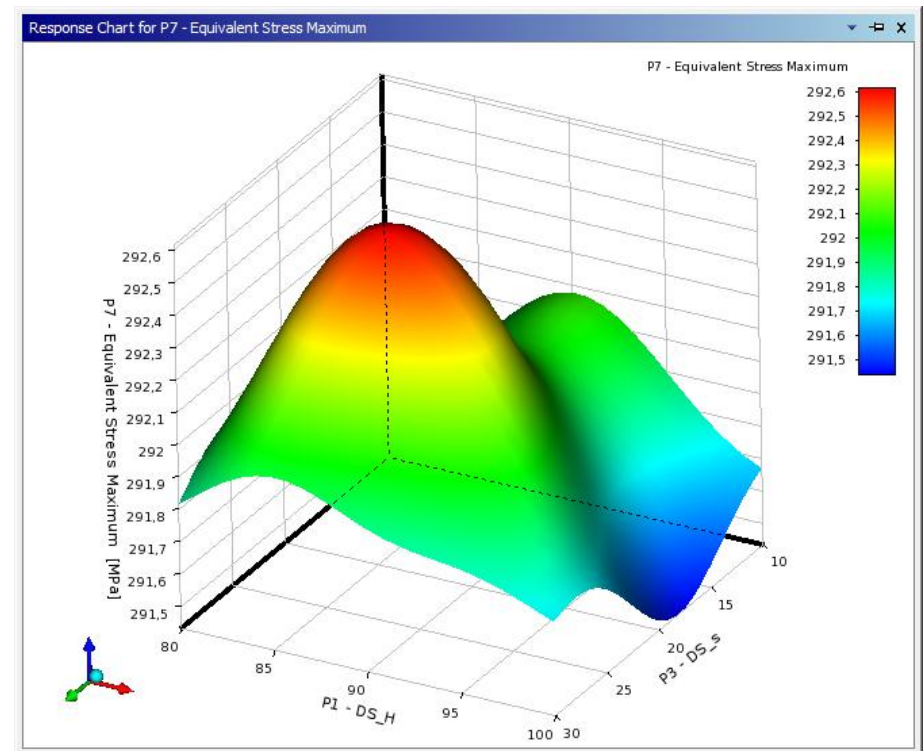


Рис.12. Зависимость эквивалентных напряжений от высоты сечения (H) и ширины сечения (B)(МПа).

Рис.13. Зависимость эквивалентных напряжений от высоты сечения (H) и ширины ребра жесткости (s)(МПа).



# Поверхности отклика

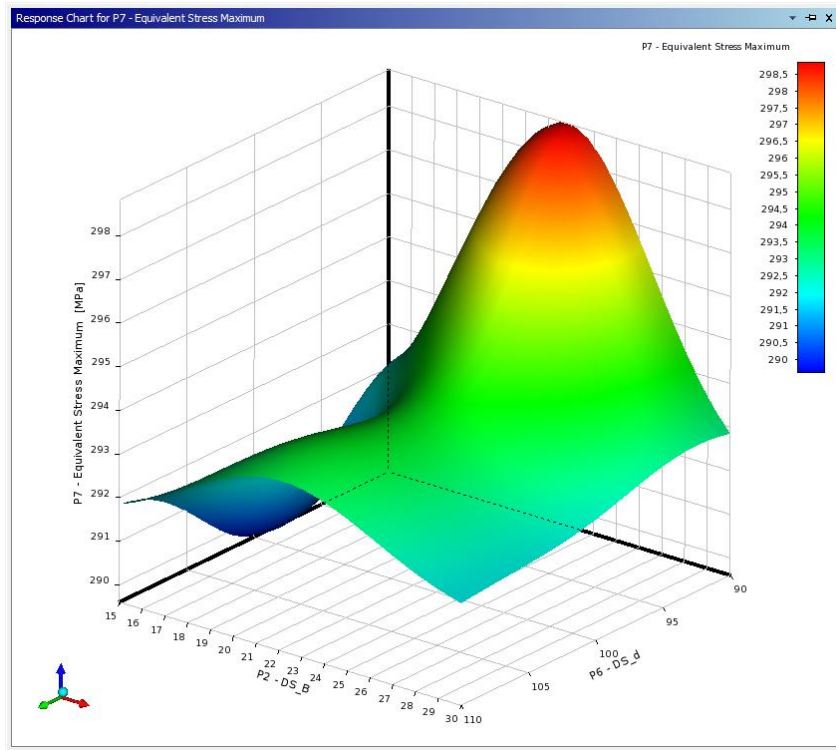
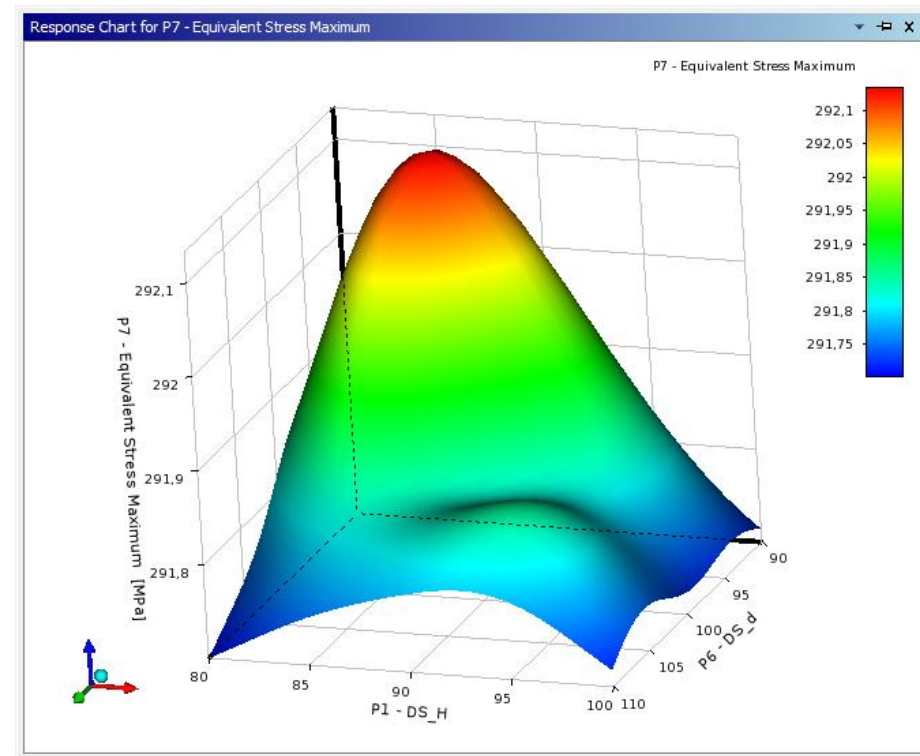


Рис.14. Зависимость эквивалентных напряжений от ширины сечения (В) и диаметра круглых отверстий(d)(МПа).

Рис.15. Зависимость эквивалентных напряжений от высоты сечения (Н) и диаметра круглых отверстий(d)(МПа).



# ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ

Таблица 1. Наборы оптимальных параметров

	Набор 1	Набор 2	Набор 3	Набор 4	Набор 5
Высота сечения Н, мм	94.042	84.53	94.43	97.53	82.13
Ширина сечения В, мм	22.644	19.168	23.167	18.216	20.047
Ширина ребра жесткости s, мм	15.583	18.076	18.871	13.558	22.685
Большой диаметр эллипсовидного отверстия D2, мм	157.54	142.02	146.54	141.12	143.18
Малый диаметр эллипсовидного отверстия D1, мм	95.023	97.59	92.067	95.508	93.392
Диаметр круглого отверстия d, мм	104.08	102.42	102.65	103.17	104.22
Максимальные эквивалентные напряжения, МПа	288.09	288.14	289.19	289.19	289.2
Масса конструкции, кг	16.39	15.855	16.124	16.474	16.321

# Напряжения

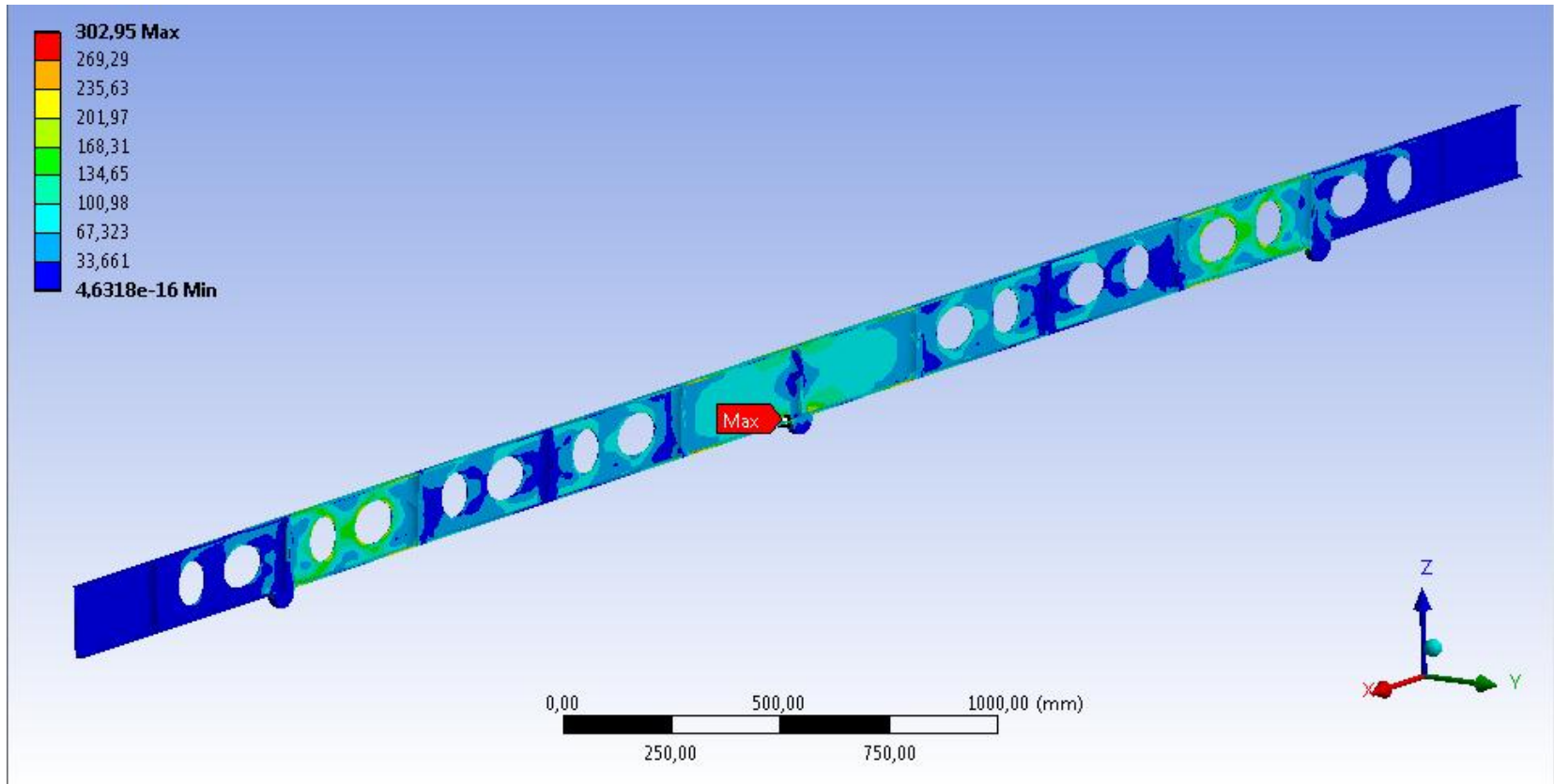


Рис.16. Эквивалентные напряжения в оптимизированной балке(МПа).

# Деформации

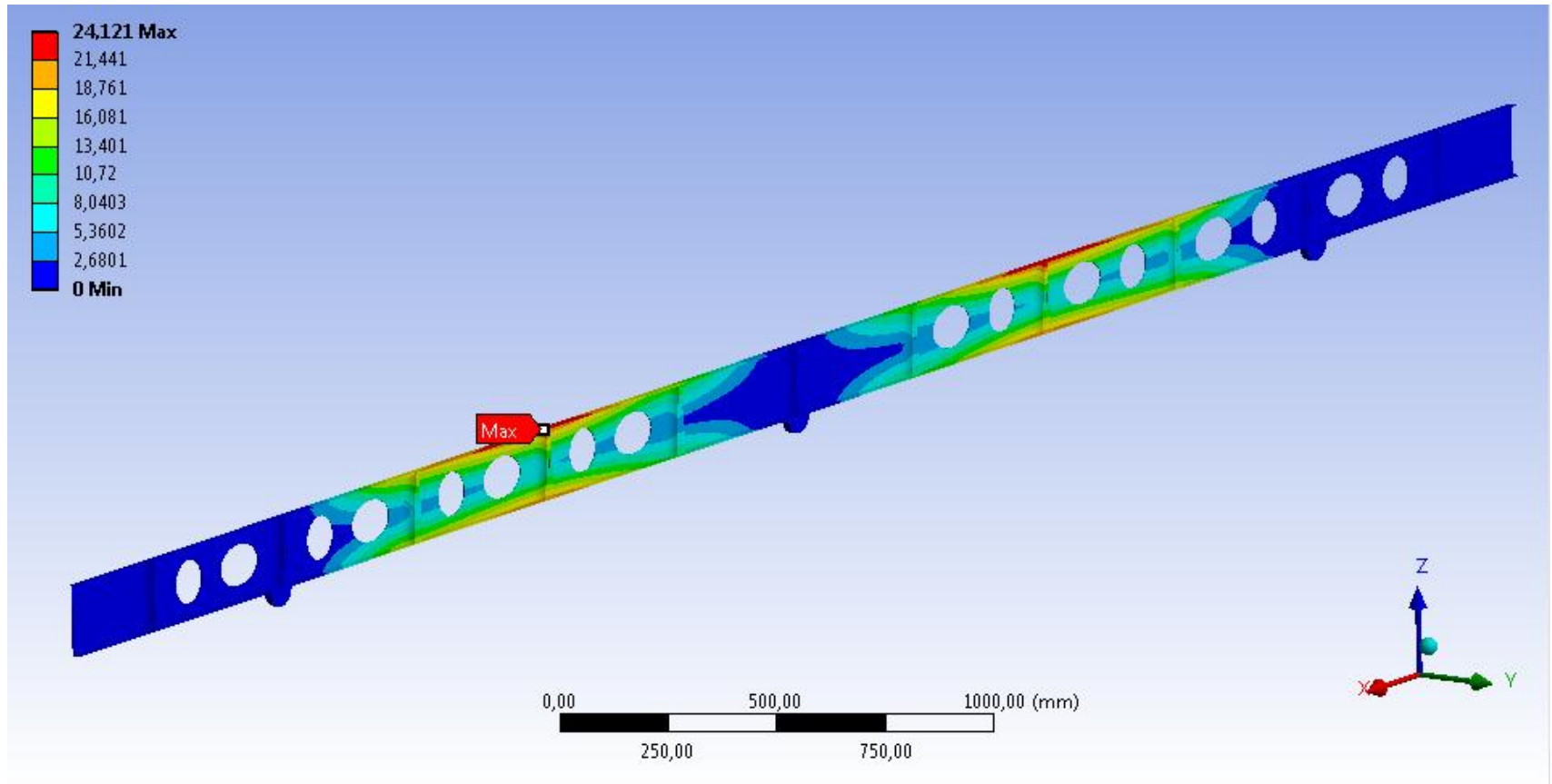


Рис.17. Деформации в оптимизированной балке(мм).



# Оптимальные параметры модели

Таблица 2. Результаты оптимизации.

	Масса, кг	Максимальные деформации, мм	Максимальные эквивалентные напряжения, МПа
Исходная модель	18.02	14.351	291.03
Оптимизированная модель	11.392	24.121	302.95

Параметры оптимизированной модели:

- Максимально допустимая высота сечения балки  $H = 169.06$  мм ;
- Максимальная ширина сечения  $B = 19.168$  мм;
- Диаметр круглых отверстия  $d = 102.42$  мм;
- Диаметры эллипсовидных отверстий  $D1 = 97.59$  мм и  $D2 = 142.02$  мм;
- Ширина ребра жесткости  $s = 13.558$  мм;

# Результаты оптимизации

- Уменьшение габаритных размеров балки
- Снижение массы на 36,78% от исходной.